

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-082330

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/30

G09F 9/00

G09F 9/30

(21)Application number : 2000-273728

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 08.09.2000

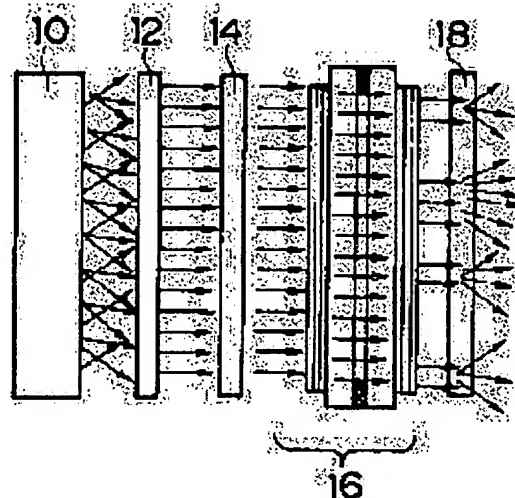
(72)Inventor : NAKAGAWA KENICHI
ICHIHASHI MITSUYOSHI

(54) IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-quality image display device having superior brightness for gradation display and superior visibility by improving the dependence on visual sense.

SOLUTION: The image display device is equipped with a light paralleling element 12 for converting nonpolarized diverging light from a light source (backlight) 10 into a parallel light, a polarization separation element 14 to extract only the polarized component in one direction of the light from the element 12, a liquid crystal light-modulating element array 16 to modulate the light from the polarization separating element 14 into light of respective colors, an a light diffusing body 18 to diffuse the modulated image light from the liquid crystal light-modulating element array 16. For the light paralleling element 12, a lens array, reflection mirror, prism sheet or the like is used, and as to the light-diffusing body 18, a beads black screen, GRIN (gradient index) diffuser, GRIN particle diffuser or the like is used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-82330

(P2002-82330A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335	5 1 0 2 H 0 4 9
			2 H 0 9 1
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	5 C 0 9 4
G 0 9 F 9/00	3 2 4	G 0 9 F 9/00	3 2 4 5 G 4 3 5
	9/30 3 4 9		9/30 3 4 9 E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-273728 (P2000-273728)

(22) 出願日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 中川 謙一

静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真

フイルム株式会社内

(72) 発明者 市橋 光芳

静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真

フイルム株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

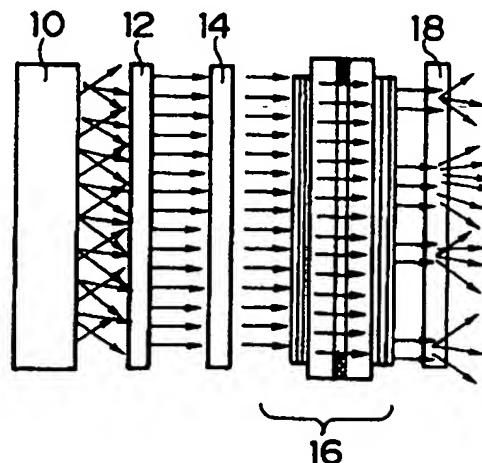
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 視覚依存性を改善し、階調表示時の明るさに優れ、視認性が優れた高品位の画像表示装置を提供する。

【解決手段】 光源 (バックライト) 10からの非偏光の拡散光を平行光に変換する光平行化素子12と、該光平行化素子12からの光の一方向の偏光成分のみを取り出す偏光分離素子14と、該偏光分離素子14からの光を各色の光に変調する液晶光変調素子アレー16と、該液晶光変調素子アレー16からの変調された画像光を拡散させる光拡散体18と、を備えた画像表示装置である。前記光平行化素子12には、レンズアレー、反射鏡、及びプリズムシート等が用いられ、光拡散体18には、ビーズブラックスクリーン、GRINディフューザー、及びGRIN粒子ディフューザー等が用いられる。



面のほとんどの部分を、拡散反射白色材料、または金属膜のような光を遮断・反射させる材料で覆い、光を通過させたい微小部分は、その材料のない孔である。1-2)は、導光板として作用させるように利用することを想定して、この板状成形品のレンズ面と反対の面上に樹脂板内を内部全反射を繰り返している光が散乱するような微小な傷、凹凸、異種材料からなる突起が設けられる。

【0008】これらの一例を図面に基づいて説明する。図2(A)は、透明支持体122に多数の透明ビーズ124が緻密に配置されており、それぞれの透明なビーズ124に対して、図2(B)に示すように、これらのビーズ124が透明支持体122に接する位置にビーズ124の直径よりも小さい孔122Aが設けられている。これらの孔122Aが形成されている部分以外の透明支持体122の表面は、上記のように金属反射面、または白色反射面となっている。

【0009】このレンズアレー方式の光平行化素子の場合、図2(B)に示すように、バックライト10からの非偏光は、支持体122の多数の孔122Aの部分のみを通過し、他の透明支持体122の部分では、非偏光は反射する。透明支持体122の多数の孔122Aを通過した光は、多数のビーズ124の位置の表面付近で屈折し、平行な光となる。したがって、バックライト10からの非偏向光は多数のビーズ124を経て平行な光となる。

【0010】(反射鏡方式) 図3(A)に示すように、透明支持体126に多数のコーン状の微小孔128が形成されており、図3(B)は、微小孔128の形態を概念的に示す説明図である。これらの微小孔128の縮径部は、透明支持体126の一方(光の入射側)に開口しており、この開口部128A以外の支持体126の一方(光の入射側)の面側は、金属反射面、または白色反射面となっている。

【0011】この反射鏡方式の光平行化素子の場合、図3(C)に示すように、バックライト10からの非偏光は、開口部128Aから透明支持体126の多数の微小孔128の部分のみを通過し、他の透明支持体122の部分では、非偏光は反射する。したがって、多数のコーン状の微小孔128に入射された光は、コーン状の曲面で反射して略平行な光となり、透明支持体126から出ていく。

【0012】(プリズムシート方式) 図4に示すような畝状の表面を有する板状の樹脂成形品(プリズムシート130)は、拡散光を略平行な光に変換する機能を有する。この部材を用いた光平行化素子の場合、この部材を通過した光の角度分布の半値幅を約 $\pm 30^\circ$ にすることができる。このようなプリズムシートとしては、例えば、3M社製の商品名(Brightness Enhancing Film)等が挙げられる。

【0013】次に光平行化素子12を経た光は、光の一方の偏光成分のみを取り出す偏光分離素子14に至る。偏光分離素子14は、液晶セルが変調する方向の偏光を通過させ、反対方向の偏光をバックライト10側に戻す機能を有する。この機能によって光の利用効率を最大2倍まで改善することができる。

【0014】<偏光分離素子>偏光分離素子14としての主機能と必要属性を備えた部材としては、公知の部材が使用でき、例えば、1) コレステリック液晶フィルム、2) ワイヤグリッド、3) 薄膜干渉を利用した偏光選択フィルム、4) 散乱性偏光選択フィルム等が挙げられるが、特にコレステリック液晶フィルムが好ましい。

【0015】1) コレステリック液晶フィルムは、コレステリック液晶が周期的な螺旋構造を有し、その周期が光の波長程度となると選択的な光反射作用を示す。したがって、コレステリック液晶フィルムは、螺旋構造の周期によって液晶セルが変調する方向の偏光を通過させ、反対方向の偏光を反射させてバックライト10側に戻す機能を有する。

【0016】2) ワイヤグリッドには、公知のものを使用することができる。グリッド偏光子は、文献「光の鉛筆 3」p285に記載されているように、細い金属線を光の波長よりも短いピッチで並べた形の光学素子である。グリッドの長手方向に対して直交する方向に電場振動面のある直線偏光が入射すると、その偏光に対して全く絶縁体と同様に作用するので、グリッド偏光子はこのような光を通過させる。偏光子のグリッド方向に平行に電場振動面がある偏光に対しては、グリッド偏光子の金属線内の自由電子は金属板と同様に振舞うので、その偏光を金属のように反射する。この作用によって、光路中にグリッド偏光子を配置すると、入射光を2つの直線偏光に分離することができる。

【0017】3) 薄膜干渉を利用した偏光分離機能をもった部材を利用可能である。この原理を用いた光学素子として偏光ビームスプリッタと呼ばれる光学素子が知られているが、これと同様な原理で直線偏光を分離する手段を利用することができる。偏光ビームスプリッタとは、非偏光光の進行方向に対して垂直な面と非偏光光の入射角に対してブリュースター角条件を近似的に満たすような傾斜した面からなる三角波形状のプリズムに、その傾斜面上に高屈折率と低屈折率の各層が交互に積層した誘電体多層膜を形成したものである。特開平5-281499号に記載されている例のように、この原理を透明樹脂製の微小なプリズムが集合したシートに適用すればシート形状の部材を得ることができ、本発明の偏光分離用の部材として利用できる。

【0018】4) 散乱性偏光選択フィルムは、特開平5-72416号に例があるように、一軸方向に配向した物質からなるマトリックス物質の一方の屈折率と分散物

0Bに埋設するにあたり、ビーズ162によって光吸収層160Bを開口し、ビーズ162の光出射部分を透明中間層160Aに露出させるためには、光吸収層160Bの熔融粘度が透明中間層160Aの熔融粘度よりも低いことが好ましい。熱プレスでビーズ162を光吸収層160Bに埋設する場合、透明中間層160Aと比べて熔融粘度の低い光吸収層160Bの変形が、透明中間層160Aの変形よりも先に起こる。これにより、光吸収層160Bを開口して確実にビーズ162の光出射部分を透明中間層160Aに露出させることができるためである。

【0027】光吸収層160Bおよび透明中間層160Aの材質には、アクリル系樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ酢酸ビニル樹脂、塩化ビニル・酢酸ビニル共重合体、ポリアミド樹脂等が挙げられる。光吸収層160Bおよび透明中間層160Aの材質には、上述のとおり、各層の熔融粘度の関係を考慮し、光吸収層160Bには熔融粘度の低い材質を選定し、透明中間層160Aには熔融粘度の高い材質を選定するのが好ましい。なお、光吸収層160Bは、これらの樹脂をベース樹脂とし、そのベース樹脂に顔料を分散するか、あるいは染料により染色を施すことで光吸収層160Bが形成される。光吸収層160Bに用いる顔料および染料は、ビーズブラックスクリーンに使用される黒色の顔料、たとえば、カーボンブラックの他に、灰色、赤、青、緑、またそれらの混色用の顔料および染料等であってもよい。

【0028】光吸収層160Bの厚さは、0.2～5.0 μ mが好ましい。なお、光吸収層160Bの厚さは、本発明に使用される微小球レンズ1の平均半径を考慮して、ビーズ162の光入射面側を光の入射が十分におこなわれる程度に露出させてビーズ162を固着できる程度であればよい。透明中間層160Bの厚さは、0.05～5.0 μ mが好ましい。光吸収層160Bの開口半径 r と前記微小球レンズの半径 r_0 の比である r/r_0 が0.1～0.5の範囲内であることが望ましい。製造段階において透明中間層160Bの厚さによって光吸収層160Bの開口半径 r を調整する場合は、開口半径 r とビーズ162の半径 r_0 の比より透明中間層160Bの厚さを算定してその厚さを選定するのが好ましい。また、透明中間層160Bの屈折率は、ビーズ162と同一またはできるだけ近いものを選定するのが好ましい。

【0029】—透明支持体—

透明支持体160の材質には、ガラス板、または、アクリル系樹脂、ポリカーボネート樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリスチレン系樹脂等の透明性を有する樹脂が挙げられるが、特に、対溶媒性、耐熱性、対収縮性等にすぐれ、微小球レンズ1と同一またはできるだけ近い屈折率を有す

るものが望ましい。また、透明支持体160は厚さは1.0 μ m～2mmであるのが好ましいが、ビーズ162、光吸収層160Bおよび透明中間層160Aを設けるのに必要な強度を有していればよい。

【0030】—光反射防止層—

ここで、本発明における光拡散体は、ビーズ162の表面上に、光入射方向から入射された光が反射するのを防止する光反射防止層を形成してもよい。図8は、ビーズ162の表面に光反射防止層を形成した光拡散体の一例を示す断面図である。図8において、ビーズ162の表面には、ビーズ162に入射される光がビーズ162の表面で反射するのを防止する光反射防止層80が形成されている。ビーズ162の表面上に光反射防止層80が形成されていない場合に、ビーズ162の表面で反射される入射光は全体の約5%である。したがって、ビーズ162の表面上に光反射防止層80を形成することで光拡散体の光透過率を約5%向上させることができる。

【0031】この光反射防止層80は、反射防止処理またはアンチグレア処理によって形成される。反射防止処理またはアンチグレア処理の方法は公知の方法でよい。例えば、シリカ、アルミナ等の公知の反射防止層をビーズ162の表面にコーティングあるいは真空蒸着等する反射防止処理や、樹脂にシリカ、プラスチックビーズ等を混入してコーティングするアンチグレア処理等がある。

【0032】本発明における光拡散体においては、ビーズ162の面側に透明基材を設け、この透明基材を、液晶光変調素子アレー16を有する液晶ディスプレイのガラス基材に貼り付けることで、光拡散体の剛性を高められるだけでなく、例えば、この光拡散体を液晶ディスプレイのガラス基材等に貼付する際に平滑な接着面を得ることができる。

【0033】(GRINディフューザー) GRINディフューザーは、膜の内部に連続的な屈折率分布を有することによって透過する光を拡散させる性質を有した無色透明ポリマー、ガラス、または無機材料と有機材料との複合材料からなる膜がある。屈折率の異なる部分が明確な境界で接する部分が少ないか全くないことがこの材料の特徴として必須である。(GRINとは、gradient indexまたはgraded indexの略である。)

屈折率の勾配分布を光が通過すると光は曲げられるが、部分によってその曲率が異なるように作製すれば、全体として透過光が拡散する機能を実現される。屈折率の高い部分と低い部分の屈折率の差は、0.1以上、好ましくは0.2以上である。屈折率の高い部分と低い部分の距離は、1 μ m以上50 μ m以下、好ましくは3 μ m以上20 μ m以下である。

【0034】光拡散角度は、屈折率分布の勾配、すなわち、屈折率の異なる隣接する2点間における屈折率の差

をその距離が割った値に依存する。この値が小さいと、光拡散角度が小さく、大きいと光拡散角度が大きい。この材料は偏光の質を劣化が極めて小さいか、ほとんどない。また、この材料は、光を拡散する原理が粒径約0.5 μ mの粒子で見られるミー拡散とは異なるために、後方散乱が小さいか皆無で、光の透過率が高いので、本発明の用途に好適である。

【0035】(GRIN粒子ディフューザー) GRIN粒子ディフューザーとは、無色透明な球状粒子とバインダーからなる層である。球状粒子は、その内部の屈折率が半径方向に屈折率の連続分布を持っており(すなわち、屈折率の面が略同心球状である分布)、バインダーの屈折率は、球の表面の屈折率と同一であるような材料である。したがって、GRINディフューザーの材料と原料が異なるのみで作用の原理、及び物性値上の特徴は同じである。

【0036】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光源からの光を有効利用でき、コントラストの高い画像を得ることができると共に見る角度による視覚依存性を改善することができるため、光品位表示の液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像表示装置の好ましい一実施の形態を示す概略的構成図である。

【図2】(A)は本発明の画像表示装置における光平行化素子の一実施の形態を示す要部斜視図、(B)は(A)の光の平行化機構を示す説明図である。

【図3】(A)は本発明の画像表示装置における光平行化素子の他の実施の形態を示す要部斜視図、(B)にお

ける孔の説明図、(C)は(B)の孔における光の平行化機構を示す説明図である。

【図4】(A)は本発明の画像表示装置における光平行化素子の他の実施の形態を示すプリズムシートの斜視図、(B)は(A)の要部断面図である。

【図5】本発明の画像表示装置における液晶光変調素子アレーの概略的構成図である。

【図6】(A)は本発明の画像表示装置における光拡散体の斜視図、(B)は(A)の光の拡散機能を示す説明図である。

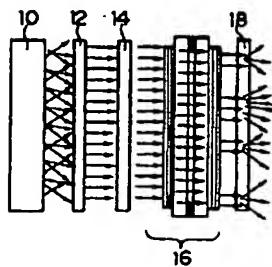
【図7】本発明の画像表示装置における光拡散体の要部詳細図である。

【図8】本発明の画像表示装置における他の光拡散体の要部詳細図である。

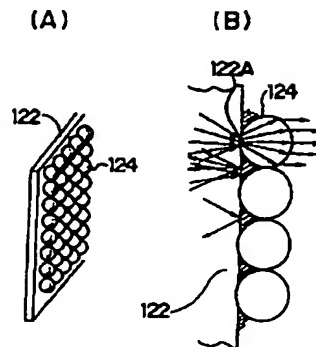
【符号の説明】

10	バックライト
12	光平行化素子
14	P/C分離素子
16	液晶光変調素子アレー
18	光拡散素子
122	透明支持体
124	ビーズ
122A	孔
126	透明支持体
128	微小孔
128A	開口部
130	プリズムシート
160	透明支持体
162	ビーズ
164	黒色材料層

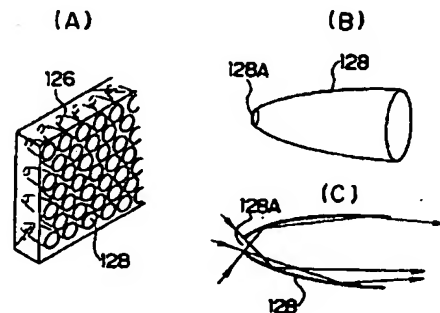
【図1】



【図2】



【図3】



質の対応する屈折率との間の差が、適用光の波長で測定した場合に、常光線に対する屈折率を実質的にゼロになるように設計し、異常光線に対する屈折率の差は大きくなるように設計するものが知られている。マトリックス物質の一方の屈折率、例えば、常光線に対する屈折率は分散物質の対応する屈折率に全く又はほとんど等しいので、光散乱素子は該素子に入射する非偏光光のうちの常光線に対応する成分に対して透過性である。他方の屈折率、例えば、異常光線に対する屈折率は互いに等しくないで、偏光していない光の対応する成分は散乱される。その結果、透過しなかった光は光源側に散乱反射し、非散乱光は直線偏光となる。

【0019】偏光分離素子14を出た光は、光の一方の偏光成分のみを取り出されて、液晶光変調素子アレー16に至り、他の光は、偏光分離素子14で反射してバックライト10側に戻る。

【0020】＜液晶光変調素子アレー＞液晶光変調素子アレー16は、TFT方式のものが好ましく、図5に概略的に示すようにガラス等の透明基板150、152の間に液晶154が充填され、R、G、B等の各カラー画素が配置されている。これらの各カラー画素の一個毎にトランジスタスイッチが装着されており、これらのトランジスタにソースバスラインとゲートバスラインから信号が入ると電流が流れ、各画素の駆動電極と対向基板の全面にあるITO電極との間に電圧がかかり、この部位の液晶分子が垂直に並び、光が透過するようになっている。

【0021】次に液晶光変調素子アレー16からの変調された画像光は、光拡散体18に至る。

＜光拡散体＞光拡散体18は、液晶光変調素子アレー16で変調され略平行な光を透過し、かつ拡散させることによって観視者がその上に画像を視認する機能を果たす。この光拡散体18の必要な属性は、1) 画像を視認する角度によらず、同じ輝度とコントラストが得られるために広い光拡散性能が必要であることから、光拡散性を有すること、2) 画像のコントラストを下げないために、使用環境での室内照明や日光などのディスプレイ素子の外側からの光を視者に向かって拡散反射しない性質、3) 画像のコントラストを下げないために、偏光板よりも液晶セル側に配置される場合には偏光の質(偏光度、位相)を劣化させない性質、4) 光の利用効率を下げないために高い透過率等がある。

【0022】これらの主機能と必要属性を備えた部材としては、1) ビーズブラックスクリーン、2) GRINディフューザー、3) GRIN粒子ディフューザー等が挙げられる。

【0023】(ビーズブラックスクリーン) 図6(A)に示すように、透明支持体160に透明な多数のビーズ162が配置されており、これらのビーズ162の透明支持体160との接触面付近の微小部分を除く、透明支

持体160の面に黒色材料層164が形成されている。このビーズブラックスクリーンでは、図6(B)に示すように、ビーズ162に入射した平行光は、入射と反対側の球の表面近くの狭い微小部分を通過して拡散する。また、前記微小部分以外の部分は黒色材料層164で形成されているので、観視者からは、黒色に見える拡散フィルムが作製できる。

【0024】前記のビーズブラックスクリーンの製造方法の一例を図7を基に具体的に説明する。例えば、透明支持体160の上に透明中間層160A、熱可塑性樹脂を含む光吸収層160Bを形成した後、光吸収層160Bの表面に微小球状のビーズ162を配列し、次いでビーズ162が配列された面を熱プレスする方法がある。透明支持体160は、押下されたビーズ160によって変形を受けない程度の剛性を有する。ビーズ160は、熱によって柔らかくなった2つの層を通して透明支持体160の表面に到達するまで押し込まれる。光吸収層160Bの開口半径は、前記の透明中間層160Aの厚みにより規制されることになる。したがって、ビーズ162の平均直径 r と設定開口半径 r_0 から透明中間層160Aの必要な厚さを計算し、この厚さで樹脂層を形成して前記方法を実施することにより、設定する開口半径を有する光拡散体を作製することができる。他の方法として、同様に必要な厚さの透明中間層160Aを形成した後その上にビーズ162を配列し、同様に熱プレスし、次いで光吸収層160Bを塗布する方法等が挙げられる。

【0025】-ビーズ-

ビーズ162の平均直径は、3~100 μm であり、特に、5~50 μm が好ましく、さらに好ましくは1~50 μm である。なお、上述の製造方法を考慮し、本発明に用いる多数のビーズ162は、各ビーズ162の半径差が少ないものを選定して用いるのが好ましいが、これに限定されるものではない。ビーズ162の材質には、ガラス、シリカ、炭酸カルシウム、アルミナ、または、アクリル系樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリスチレン系樹脂等の透明性を有する樹脂が挙げられる。特に、耐熱性、対溶媒性を有するものが好ましい。また、ビーズ162の屈折率は、1.5~2.4、特に1.3~2.4が好ましく、さらに好ましくは1.7~1.9である。より好ましくは透明中間層160Aおよび透明支持体160の屈折率と同一、またはできるだけ近いものが望ましい。

【0026】-光吸収層および透明中間層-

光吸収層160Bおよび透明中間層160Aに用いる材質は、ビーズ162に対して十分な接着力を持つものが好ましい。また、上述の製造方法を考慮し、本発明に用いる光吸収層160Bおよび透明中間層160Aは熱可塑性を持つことが好ましいが、これに限定されるものではない。また、熱プレスでビーズ162を光吸収層16

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの非偏光の拡散光を平行光に変換する光平行化素子と、該光平行化素子からの光の一方の偏光成分のみを取り出す偏光分離素子と、該偏光分離素子からの光を各色の光に変調する液晶光変調素子と、該液晶光変調素子からの変調された画像光を拡散させる光拡散体と、を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】 前記光平行化素子が、レンズアレー、反射鏡、及びプリズムシートのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】 前記偏光分離素子が、コレステリック液晶フィルム、ワイヤーグリッド、薄膜干渉を利用した偏光選択フィルム、及び散乱性偏光フィルムのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項4】 前記光拡散体が、ビーズブラックスクリーン、GRINディフューザー、及びGRIN粒子ディフューザーのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像表示装置に関し、さらに詳しくはコレステリック液晶性のポリマーをカラーフィルターとして用いた液晶セルを有する透過型ディスプレイにおいて、光の利用効率を高め、かつ画質を向上させるのに好適なものに関する。

【0002】

【従来の技術】液晶セルを用いた液晶表示素子において、大面積、大容量表示の液晶表示素子は、単純マトリックス方式やアクティブマトリックス方式が主流となっている。これらの方式による液晶表示素子においては、基板の透明電極の下に各画素毎にカラーフィルターを設けてカラー表示を実現している。しかし、液晶自体が角度依存性を有するために、見る角度により表示の明暗が反転したり、輝度の極端な低下又は上昇や色づき等が観測されており、これらの現象は、特に階調表示を行なったときに顕著に現われる。

【0003】従来、液晶表示素子の視覚依存性を改善するために、種々の手段が提案されているが、視覚依存性を改善すると、その一方で輝度の低下を来す場合が多かった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、液晶表示素子の視覚依存性を改善し、階調表示時の明るさに優れ、視認性が優れた高品位の画像表示装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記した目的は、下記の液晶表示装置によって達成される。

<1> 光源からの非偏光の拡散光を平行光に変換する

光平行化素子と、該光平行化素子からの光の一方の偏光成分のみを取り出す偏光分離素子と、該偏光分離素子からの光を各色の光に変調する液晶光変調素子と、該液晶光変調素子からの変調された画像光を拡散させる光拡散体と、を備えたことを特徴とする画像表示装置である。

<2> 前記光平行化素子が、レンズアレー、反射鏡、及びプリズムシートのいずれかであることを特徴とする前記<1>に記載の画像表示装置である。

<3> 前記偏光分離素子が、コレステリック液晶フィルム、ワイヤーグリッド、薄膜干渉を利用した偏光選択フィルム、及び散乱性偏光フィルムのいずれかであることを特徴とする前記<1>の記載の画像表示装置である。

<4> 前記光拡散体が、ビーズブラックスクリーン、GRINディフューザー、及びGRIN粒子ディフューザーのいずれかであることを特徴とする前記<1>に記載の画像表示装置である。

【0006】

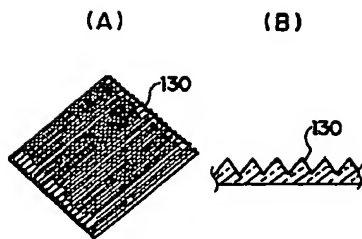
【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。図1は、本発明の一実施の形態を示す概略的構成図である。図中、10は光源としてのバックライト、12はバックライト光源10からの非偏光の拡散光を平行光に変換する光平行化素子、14は該光平行化素子12からの光の一方の偏光成分のみを取り出す偏光分離素子と、16は該偏光分離素子14からの光を各色の光に変調する液晶光変調素子アレーと、18は該液晶光変調素子アレーからの変調された画像光を拡散させる光拡散体である。

【0007】<バックライト>バックライト10は、任意のバックライトが使用可能であるが、このバックライトの背面側に光拡散体を設置することができる。この光拡散体の設置によって、光平行化素子に照射される光量を増加させることができる。

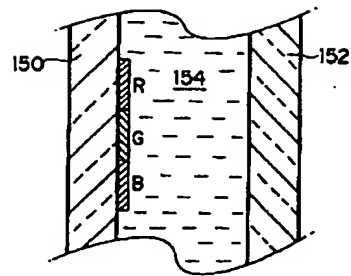
<光平行化素子>光平行化素子12は、コリメータともいい、光源としてのバックライト10から放射される拡散光を、面的な平行光に変換して偏光分離素子14に供給する機能を果たす。そして、光平行化素子12を出る光の強度の角度分布が狭いこと（すなわち、平行度が高い）ことが望ましい。また、光平行化素子12において、光の利用効率を下げないために高透過率を有することが必要である。このような主機能と必要属性を備えた部材として、1) レンズアレー方式、2) 反射鏡方式、3) プリズムシート等がある。

（レンズアレー方式）レンズアレー方式は、板状の樹脂成形品で一方の面に凸レンズ機能の形状がアレー状に形成され、その焦点に相当する部分に光が通過する微小な部分が設けられている。この光通過部はこの板状成形品のレンズ面とは反対側の面上に形成されている。それは、2つの異なる概念による手段がある。1-1) は、

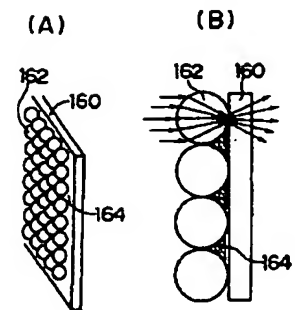
【図4】



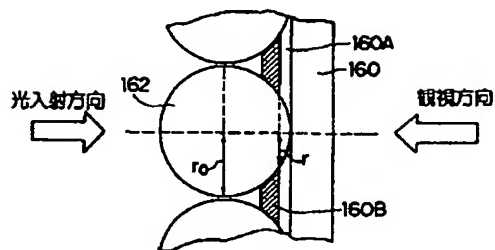
【図5】



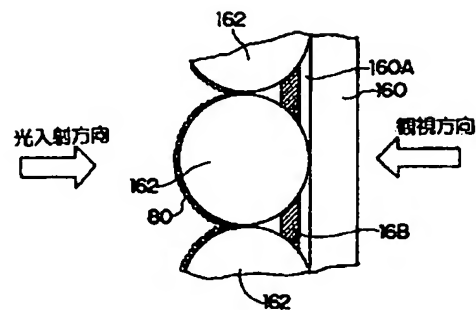
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 9 F 9/30

識別記号

3 4 9

F I

G 0 9 F 9/30

テームド (参考)

3 4 9 Z

F ターム(参考) 2H049 BA02 BA05 BA42 BA43 BA44
 BA45 BB03 BB63 BC22
 2H091 FA08Z FA10Z FA14Z FA16Z
 FA21Z FA29Z FA31Z FA32X
 FA41Z FB02 FB06 FC18
 FC19 FD06 LA17 LA19
 5C094 AA02 AA07 BA03 BA43 CA19
 CA24 CA25
 5G435 AA01 BB12 BB15 CC09 CC12
 EE23 EE26 FF02 FF03 FF06
 FF07 GG02 GG03 GG08 HH04

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to a suitable thing to raise the utilization factor of light and raise image quality about an image display device, in the transparency mold display which has the liquid crystal cell using the polymer of cholesteric-liquid-crystal nature as a light filter, in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the liquid crystal display element using a liquid crystal cell, a large area and the liquid crystal display element of a mass display have a simple matrix method and an AKUCHIIBU matrix method in use. In the liquid crystal display element by these methods, the light filter was prepared for every pixel in the bottom of the transparent electrode of a substrate, and color display is realized. However, since the liquid crystal itself has angular dependence, the light and darkness of a display are reversed with the angle to see, or lowering or extreme lifting, extreme coloring, etc. of brightness are observed, and especially these phenomena appear notably, when a gradation display is performed.

[0003] In order to improve the vision dependency of a liquid crystal display element conventionally, various means were proposed, but when the vision dependency had been improved, on the other hand, lowering of brightness was caused in many cases.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The object of this invention is to offer the high-definition image display device in which has improved the vision dependency of a liquid crystal display element, and was excellent in the brightness at the time of a gradation display, and visibility was excellent.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object is attained by the following liquid crystal display.

<1> It is the image display device characterized by to have the Kohei line-ized element which changes the diffused light of unpolarized light from the light source into parallel light, a polarization separation element which takes out only a polarization component of an one direction of light from this optical parallel-ized element, a liquid-crystal light modulation element which modulates light from this polarization separation element in light of each color, and optical diffuser which diffuses image light modulated from this liquid-crystal light modulation element.

<2> Said Kohei line-ized element is an image display device given in the above <1> characterized by being either a lens array, a reflecting mirror and a prism sheet.

<3> Said polarization separation element is the image display device of a publication of the above <1> characterized by being either a cholesteric-liquid-crystal film, a wire grid, a polarization selection film using thin film interference and a dispersion nature polarization film.

<4> Said optical diffuser is an image display device given in the above <1> characterized by being either a bead black screen, a GRIN diffuser and a GRIN particle diffuser.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of desirable operation of this invention is explained. Drawing 1 is the rough block diagram showing the gestalt of 1 operation of this invention. The Kohei line-ized element which ten change the diffused light of the unpolarized light from the back light light source 10 into the back light as the light source among drawing, and changes 12 into parallel light, and the polarization separation element from which 14 takes out only the polarization component of the one direction of the light from this optical parallel-ized element 12, The liquid crystal light modulation element array to which 16 modulates the light from this polarization separation element 14 in the light of each color, and 18 are optical diffusers which diffuse the image light modulated from this liquid crystal light modulation element array.

[0007] The <back light> back light 10 can install optical diffuser in the back side of this back light, although the back light of arbitration is usable. The quantity of light irradiated by the Kohei line-ized element can be made to increase by installation of this optical diffuser.

The <Kohei line-ized element> Kohei line-ized element 12 is also called collimator, and the function which changes into a field parallel light the diffused light emitted from the back light 10 as the light source, and supplies it to the polarization separation element 14 is achieved. and the angular distribution of the luminous intensity which comes out of the Kohei line-ized element 12 is narrow (that is, parallelism is high) -- things are desirable. Moreover, in the Kohei line-ized element 12, in order not to lower the utilization effectiveness of light, it is required to have high permeability. As a member equipped with such a main function and the need attribute, there are 1 lens array method, 2 reflecting mirror methods, a 3 prism sheet, etc.

(Lens array method) The minute portion to which light passes a lens array method into the portion which the configuration of a convex lens function is formed in one field in the shape of an array with tabular resin mold goods, and is equivalent to the focus is prepared. This optical passage section is formed on the field of an opposite hand with the lens side of these tabular mold goods. It has a means by two different concepts. The minute portion which wants to pass a bonnet and light with the material which 1-1 makes intercept and reflect a diffuse reflection white material or light like a metal membrane for almost all the portions of a field is a hole without the material. The projection which consists of a minute blemish to which the light which has repeated total internal reflection is scattered about in the inside of a resin board on the lens side of these tabular mold goods and a reverse field, irregularity, and a dissimilar material is prepared supposing using 1-2 so that it may be made to act as a light guide plate.

[0008] These examples are explained based on a drawing. As many transparence beads 124 are arranged precisely at the transparence base material 122 and drawing 2 (A) is shown in drawing 2 (B) to each transparent bead 124, hole 122A smaller than the diameter of a bead 124 is prepared in the location where these beads 124 touch the transparence base material 122. The front face of transparence base materials 122 other than the portion in which such hole 122A is formed is a metallic reflection side or a white reflector as mentioned above.

[0009] In the case of the Kohei line-ized element of this lens array method, as shown in drawing 2 (B), the unpolarized light from a back light 10 passes only the portion of much hole 122A of a base material 122, and unpolarized light is reflected in the portion of other transparence base materials 122. The light which passed much hole 122A of the transparence base material 122 is refracted near the front face of the location of many beads 124, and turns into an parallel light. Therefore, a non-deviating light from the hack light 10 turns into an parallel light through many beads 124.

[0010] (Reflecting mirror method) As shown in drawing 3 (A), the micropore 128 of the shape of much cone is formed in the transparence base material 126, and drawing 3 (B) is explanatory drawing showing the gestalt of micropore 128 notionally. On the other hand (incidence side of light), the diameter reduction section of such micropores 128 is carrying out the opening of the transparence base material 126, and the field [on the other hand / (incidence side of light)] side of base materials 126 other than this opening 128A serves as a metallic reflection side or a white reflector.

[0011] In the case of the Kohei line-ized element of this reflecting mirror method, as shown in drawing 3 (C), the unpolarized light from a back light 10 passes only the portion of much micropores 128 of the

transparence base material 126 from opening 128A, and unpolarized light is reflected in the portion of other transparence base materials 122. therefore, the light by which incidence was carried out to the micropore 128 of the shape of much cone -- a cone-like curved surface -- reflecting -- abbreviation -- it becomes an parallel light and goes away from the transparence base material 126.

[0012] (Prism sheet method) a ridge as shown in drawing 4 -- the tabular resin mold goods (prism sheet 130) which have the front face of a ** -- the diffused light -- abbreviation -- it has the function changed into an parallel light. In the case of the Kohei line-ized element using this member, half-value width of the angular distribution of the light which passed this member can be made into about **30 degrees. As such a prism sheet, the trade name (Brightnes Enhancing Film) by 3M company etc. is mentioned, for example.

[0013] Next, the light which passed through the Kohei line-ized element 12 results in the polarization separation element 14 which takes out only the polarization component of the one direction of light. The polarization separation element 14 passes polarization of the direction which a liquid crystal cell modulates, and has the function to return polarization of an opposite direction to a back light 10 side. The utilization effectiveness of light is improvable twice [a maximum of] with this function.

[0014] Although a polarization selection film, 4 dispersion nature polarization selection film, etc. which could use the well-known member as a member equipped with the main function and need attribute as a <polarization separation element> polarization separation element 14, for example, used 1 cholesteric-liquid-crystal film, 2 wire grid, and 3 thin-film interference are mentioned, especially a cholesteric-liquid-crystal film is desirable.

[0015] 1) A cholesteric-liquid-crystal film shows an alternative light reflex operation, when it has spiral structure with periodic cholesteric liquid crystal and the period serves as a wavelength degree of light. Therefore, a cholesteric-liquid-crystal film has the function which is made to pass polarization of the direction which a liquid crystal cell modulates, is made to reflect polarization of an opposite direction, and is returned to a back light 10 side with the period of spiral structure.

[0016] 2) A well-known thing can be used for a wire grid. A grid polarizer is an optical element of the form where the thin metal wire was arranged in the wavelength of light in the pitch also with a short twist as indicated by reference "pencil 3 of light" p285. If the linearly polarized light the linearly polarized light and an electric-field plane of vibration tend to cross at right angles to the longitudinal direction of a grid carries out incidence, since it will completely act like an insulating material to the polarization, as for a grid polarizer, such a light is passed. Since the grid direction of a polarizer is treated to the free electron in the metal wire of a grid polarizer like a metal plate to the polarization which has an electric-field plane of vibration in parallel, the polarization is reflected like a metal. If a grid polarizer is arranged in an optical path, incident light is separable into the two linearly polarized lights with this operation.

[0017] 3) It is available in a member with the polarization isolation using thin film interference. Although the optical element called a polarization beam splitter as an optical element using this principle is known, a means to separate the linearly polarized light by the same principle as this can be used. Each class of a high refractive index and a low refractive index forms the dielectric multilayer which carried out the laminating by turns on the inclined plane at the prism of the shape of a triangular waveform which serves as a polarization beam splitter from a vertical field and a sloping field with which brewster's-angle conditions are filled in approximation to the incident angle of unpolarized light light to the travelling direction of unpolarized light light. If this principle is applied to the sheet with which the minute prism made of transparence resin gathered like the example indicated by JP,5-281499,A, the member of a sheet configuration can be obtained and it can use as a member for polarization separation of this invention.

[0018] 4) As an example is in JP,5-72416,A, when the difference between one refractive index of the matrix matter which consists of matter which carried out orientation to 1 shaft orientations, and the refractive index to which the distributed matter corresponds measures on the wavelength of application light as for a dispersion nature polarization selection film, the refractive index to an ordinary ray is designed so that it may become zero substantially, and what is designed so that the difference of the

refractive index to an extraordinary ray may become large is known. One refractive index of the matrix matter, for example, the refractive index to an ordinary ray, is that which most **** etc. is completely in the refractive index to which the distributed matter corresponds by carrying out, and a light-scattering element is permeability to the component corresponding to the ordinary ray of the unpolarized light light which carries out incidence to this element. Since the refractive index of another side, for example, the refractive index to an extraordinary ray, is not mutually equal, the components to which the light which is not polarizing corresponds are scattered about. Consequently, in the light which was not penetrated, dispersion anti-putting and the non-scattered light turn into the linearly polarized light at a light source side.

[0019] The light which came out of the polarization separation element 14 has only the polarization component of the one direction of light taken out, and results in the liquid crystal light modulation element array 16, it reflects with the polarization separation element 14, and other light returns to a back light 10 side.

[0020] The <liquid crystal light modulation element array> liquid crystal light modulation element array 16 has the desirable thing of a TFT method, as roughly shown in drawing 5, it fills up with liquid crystal 154 among the transparence substrates 150 and 152, such as glass, and each color pixel, such as R, G, and B, is arranged. It is equipped with the transistor switch for every piece of each of these color pixels, if a signal goes into these transistors from a source bus line and a gate bus line, current will flow, voltage is built between the actuation electrode which is each pixel, and the ITO electrode which is all over an opposite substrate, and a list and light penetrate [the liquid crystal molecule of this part] vertically.

[0021] Next, the image light modulated from the liquid crystal light modulation element array 16 results in the optical diffuser 18.

the <optical diffuser> light diffuser 18 is modulated by the liquid crystal light modulation element array 16 -- having -- abbreviation -- a view ** person achieves the function which checks an image by looking on it by penetrating and diffusing an parallel light. Since the required attribute of this optical diffuser 18 is not based on the angle which checks one image by looking, but the same brightness and contrast are acquired and large optical diffusibility ability is required, in order not to lower the contrast of having optical diffusibility and two images In order not to lower the contrast of the property which does not carry out diffuse reflection of the light from the outside of display elements, such as indoor lighting in an operating environment, and daylight, toward a ** person, and three images When arranged rather than a polarizing plate at a liquid crystal cell side, in order not to lower the utilization effectiveness of a property and 4 light in which the quality (degree of polarization, phase) of polarization is not degraded, there is high permeability etc.

[0022] As a member equipped with these main functions and need attributes, 1 bead black screen, 2GRIN DIFUYUZA, 3GRIN particle DIFUYUZA, etc. are mentioned.

[0023] (Bead black screen) As shown in drawing 6 (A), the bead 162 of transparent a large number is arranged at the transparence base material 160, and the black material layer 164 is formed in the field of the transparence base material 160 except the minute portion near the contact surface with the transparence base material 160 of these beads 162. In this bead black screen, as shown in drawing 6 (B), the parallel light which carried out incidence to the bead 162 passes and diffuses the narrow minute portion near the front face of the ball of incidence and an opposite hand. Moreover, since portions other than said minute portion are formed in the black material layer 164, from a view ** person, the diffusion film which looks black is producible.

[0024] An example of the manufacture method of the aforementioned bead black screen is concretely explained based on drawing 7. For example, after forming transparence interlayer 160A and optical absorption layer 160B containing thermoplastics on the transparence base material 160, there is the method of carrying out the heat press of the field where the minute spherical bead 162 was arranged on the front face of optical absorption layer 160B, and the bead 162 was subsequently arranged. The transparence base material 160 has the rigidity of the degree which does not receive deformation with the pushed bead 160. A bead 160 is pushed in until it arrives at the front face of the transparence base

material 160 through two layers which became soft with heat. The opening radius of optical absorption layer 160B will be regulated by the thickness of the aforementioned transparency interlayer 160A. Therefore, the optical diffuser which has the opening radius to set up is producible by calculating the required thickness of transparency interlayer 160A from the average diameter r and the setting-out opening radius r_0 of a bead 162, forming a resin layer by this thickness, and enforcing said method. As other methods, after forming transparency middle class 160A of required thickness similarly, a bead 162 is arranged on it, a heat press is carried out similarly, and the method of subsequently applying optical absorption layer 160B etc. is mentioned.

[0025] - The average diameter of the bead-bead 162 is 3-100 micrometers, and 5-50 micrometers is desirable still more desirable especially, and it is 1-50 micrometers. In addition, although it is desirable that the semidiameter correction of each bead 162 selects and uses few things as for many beads 162 used for this invention in consideration of the above-mentioned manufacture method, they are not limited to this. The resin which has the transparency of glass, a silica, a calcium carbonate, an alumina or acrylic resin, polycarbonate resin, polyolefine system resin, polyester system resin, polystyrene system resin, etc. is mentioned to the construction material of a bead 162. What has thermal resistance and pair solvent nature especially is desirable. Moreover, 1.5-2.4, especially 1.3-2.4 are desirable still more desirable, and the refractive indexes of a bead 162 are 1.7-1.9. The thing the same [the more desirable refractive index of transparency interlayer 160A and the transparency base material 160 and the same / more desirable], or nearest possible is desirable.

[0026] - As for the construction material used for optical absorption layer and transparency middle class- optical absorption layer 160B and transparency middle class 160A, what has sufficient adhesive strength to a bead 162 is desirable. Moreover, although it is desirable to have thermoplasticity as for optical absorption layer 160B and transparency interlayer 160A which are used for this invention in consideration of the above-mentioned manufacture method, it is not limited to this. Moreover, in order in laying a bead 162 under the optical absorption layer 160B with a heat press to carry out the opening of the optical absorption layer 160B and to expose the optical outgoing radiation portion of a bead 162 to transparency interlayer 160A with a bead 162, it is desirable that the melt viscosity of optical absorption layer 160B is lower than the melt viscosity of transparency interlayer 160a. When laying a bead 162 under the optical absorption layer 160B with a heat press, compared with transparency interlayer 160A, optical absorption layer 160B's low deformation of melt viscosity takes place before deformation of transparency interlayer 160A. It is because the opening of the optical absorption layer 160B can be carried out and the optical outgoing radiation portion of a bead 162 can be certainly exposed to transparency interlayer 160A by this.

[0027] Acrylic resin, PORI carbonate resin, polyolefine system resin, polystyrene system resin, polyester system resin, polyurethane resin, polyvinyl chloride resin, polyvinyl acetate resin, a vinyl chloride vinyl acetate copolymer, polyamide resin, etc. are mentioned to the construction material of optical absorption layer 160B and transparency middle class 160A. In the construction material of optical absorption layer 160B and transparency interlayer 160B, it is desirable as above-mentioned to select the low construction material of melt viscosity to optical absorption layer 160B, and to select the high construction material of melt viscosity to transparency interlayer 160A in consideration of the relation of the melt viscosity of each class. In addition, optical absorption layer 160B is formed by optical absorption layer 160B using these resin as base resin, and distributing a pigment to the *-SU resin, or dyeing by the color. The pigment and color which are used for optical absorption layer 160B may be [others / the black pigment used for a bead black screen, for example, carbon black,] a pigment, a color, etc. for gray, red, blue, green, and those color mixture.

[0028] The thickness of optical absorption layer 160B has desirable 0.2-5.0 micrometers. In addition, the thickness of optical absorption layer 160B should just be the degree which is made to expose the optical plane-of-incidence side of a bead 162 to the degree to which incidence of light is fully performed in consideration of the average radius of the minute ball lens 1 used for this invention, and can fix a bead 162. The thickness of transparency interlayer 160B has desirable 0.05-5.0 micrometers. It is desirable for r/r_0 which is the ratio of the opening radius r of optical absorption layer 160B and the radius r_0 of said

minute ball lens to be within the limits of 0.1-0.5. When the thickness of transparence interlayer 160B adjusts the opening radius r of optical absorption layer 160B in a manufacture phase, it is desirable to calculate the thickness of transparence interlayer 160B and to select the thickness from the ratio of the opening radius r and the radius r_0 of a bead 162. Moreover, as for the refractive index of transparence middle class 160B, it is desirable to select the thing the same as that of a bead 162 or nearest possible. [0029] - Although the resin which has the transparency of a glass plate or acrylic resin, PORI car baud NETO resin, vinyl chloride resin, polyolefine system resin, polyester system resin, polystyrene system resin, etc. is mentioned to the construction material of the transparence base material-transparence base material 160, what is excellent in pair solvent nature, thermal resistance, paired-beats nature, etc., and has the refractive index the same as that of the minute ball lens 1 or nearest possible especially is desirable. Moreover, what is necessary is just to have reinforcement required to prepare a bead 162, optical absorption layer 160B, and transparence interlayer 160A, although it is desirable that thickness is 1.0 micrometers - 2mm as for the transparence base material 160.

[0030] - Light reflex prevention layer - Here, the optical diffuser in this invention may form the light reflex prevention layer which prevents that the light by which incidence was carried out from optical incidence reflects on the front face of a bead 162. Drawing 8 is the cross section showing an example of the optical diffuser in which the light reflex prevention layer was formed on the front face of a bead 162. In drawing 8, the light reflex prevention layer 80 which prevents that the light by which incidence is carried out to a bead 162 reflects on the front face of a bead 162 is formed in the front face of a bead 162. When the light reflex prevention layer 80 is not formed on the front face of a bead 162, the incident light reflected on the front face of a bead 162 is about 5% of the whole. Therefore, the light transmittance of optical diffuser can be raised about 5% by forming the light reflex prevention layer 80 on the front face of a bead 162.

[0031] This light reflex prevention layer 80 is formed of acid-resisting processing or anti glare processing. The method of acid-resisting processing or anti glare processing is good by the well-known method. For example, there are acid-resisting processing to which coating or vacuum deposition uses well-known acid-resisting layers, such as a silica and an alumina, as the front face of a bead 162, anti glare processing which mixès and coats resin with a silica, a plastic bead, etc.

[0032] In the optical diffuser in this invention, it forms a transparence base material in the field side of a bead 162, and the rigidity of optical diffuser is not only raised, but by sticking this transparence base material on the glass base material of the liquid crystal display which has the liquid crystal light modulation element array 16, in case this optical diffuser is stuck on the glass base material of a liquid crystal display etc., it can acquire a smooth adhesion side, for example.

[0033] (GRIN diffuser) A GRIN diffuser has the film which consists of composite material of transparent and colorless polymer with the property to diffuse the light penetrated by having continuous refractive-index distribution inside membranous, glass or an inorganic material, and an organic material. There are few portions which touch on the boundary where the portion from which a refractive index differs is clear, or it is indispensable as a feature of this material that there is completely nothing. (GRIN is the abbreviation for gradient index or graded index.)

If light passes inclination distribution of a refractive index, light will be bent, but if it produces so that the curvature may change with portions, the function which the transmitted light diffuses as a whole will be realized. The difference of the refractive index of a portion with a high refractive index and a low portion is 0.2 or more preferably 0.1 or more. 1 micrometers or more 50 micrometers or less of distance of a portion with a high refractive index and a low portion are 3 micrometers or more 20 micrometers or less preferably.

[0034] It depends for whenever [optical diffusion angle] on the value by which the distance broke the inclination of refractive-index distribution, i.e., the difference of the adjoining refractive index for two points from which a refractive index differs. When this value is small, whenever [optical diffusion angle] is small, and when large, whenever [optical diffusion angle] is large. There is [whether this material has very small deterioration in the quality of polarization, and] almost nothing. Moreover, since the principle which diffuses light differs from the I diffusion seen by the particle which is the

particle size of about 0.5 micrometers, this material has a small backscattering, or has no, and since the permeability of light is high, it is suitable for the use of this invention.

[0035] (GRIN particle DIFUYUZA) GRIN particle DIFUYUZA is a layer which consists of a transparent and colorless spherical particle and a transparent and colorless binder. As for the spherical particle, the refractive index of the interior has the continuous distribution of a refractive index radially (namely, distribution whose fields of a refractive index are abbreviation concentric spheres-like), and the refractive index of a binder is the material which is the same as that of the refractive index of the front face of a ball. Therefore, the principle of the operation only by the material and raw material of GRIN DIFUYUZA only differing from each other and the feature of a physical-properties price increase are the same.

[0036]

[Effect of the Invention] Since the vision dependency by the angle seen while being able to use the light from the light source effectively and being able to obtain the high image of contrast is improvable as mentioned above according to this invention, the liquid crystal display of an optical grace display can be offered.

[Translation done.]